

《応募論文（2013年度）》

東日本大震災後の節電の効果及び継続性について —東京電力管内を対象として—

大 江 徹 男*

The effect and continuation of saving electricity after 3/11 earthquake in the East Japan—the situation of saving electricity without nuclear generation—

OE, Tetsuo

目次

1. 研究の課題設定
2. 東京電力の供給能力と需給状況
 - (1) 中長期的な需要動向
 - (2) 供給量の推移
3. 2011年以降の節電実施状況
 - (1) 東京電力管内の電力需給状況と節電効果
 - (2) 業務部門の電力需要構造
 - (3) 東京都アンケート
4. 地方自治体の節電実施状況—聞き取り調査から—
 - (1) 照明の節電
 - (2) デマンド管理
5. まとめ

*農学部教授

1. 研究の課題設定

節電には、環境リスク回避と電力自由化の基盤整備という2つの目的が考えられる。環境リスクには、原子力発電に伴う環境リスクと温室効果ガスによる気温上昇のリスクである。原子力発電のリスクについては、原子力発電を代替するために必要な電力需要を削減することが可能になれば、つまりピーク時の電力需要に火力と水力発電、再生可能エネルギーで対応することができれば、排除することができる。ピークカットによって電力需要が平準化すれば、出力調整が容易になり、環境への負荷を減じることができるというメリットも存在する。また、温室効果ガスによる気温上昇のリスクの削減については、節電の通年化によって電力消費量を削減することで貢献することができる。

この2つの環境リスクを縮小するためには、節電の継続性が重要になる。一時的にピークカットを実施するだけでなく、持続的な節電が必要となる。また、消費者の努力という不確定な要因に依存するのではなく、“確実に”実行できるシステムとして節電を確立しなければならない。さらに、精神的あるいは肉体的苦痛を伴う節電では継続的に実施することは困難である。

つまり、2つの環境リスクを縮小するために必要な節電を実施するためには、①需要を削減することで原子力発電抜きでも十分な予備力を確保できるだけの節電規模を確保する、②節電による職場又は居住環境悪化に伴う精神的あるいは肉体的な不快感を可能な限り回避する、③不確定要因を排して節電を確実に実行する、等の条件を満たすことが不可欠である。

もう1つの目的が電力自由化のための基盤整備である。電力改革に関してこれまで市場メカニズムの積極的な導入が唱えられ、数量を確定した相対契約をベースに、前日スポット市場や調整電力入札制度（ネガワット節電入札、追加発電入札、発電削減入札）の導入による需給調整等が想定されている。

短期的な変動に対して市場メカニズムを活用した対応策は有効ではあると考えられるが、節電を促すことで原子力発電以外の既存の発電設備で十分な予備力を常時確保できることであれば、電力自由化の課題である供給義務が軽減される。また、負荷率を高めることで電力の周波数が安定化し、電力の品質維持が従来よりも容易になると考えられる。節電により需給調整と電力の品質維持が容易になるのであれば、電力の完全自由化は円滑に行われる。つまり、節電は電力自由化の貴重なインフラ整備となると期待される。

ただし、節電はいくつかのステップに分けて考える必要がある。第一段階として、空調や照明等の個々の機器類の運用改善があり、第二段階として機器の改修や最新機器の導入が、第三段階として集中管理によるデマンド・レスポンスが考えられる。第三段階以降、ネガワット市場の創設やピーク時に節電を促すような柔軟な価格設定、アグリゲーターによる節電対応、等の一層深化した節電対応が可能になれば、節電は電力市場メカニズムの中の安定装置となることができる。

本論文では、節電を以上のように位置づけたうえで、第一段階から第二段階にかけての節電を対象に、継続的な節電を確立するために必要であると提示した3つの条件に沿って節電の現状分析を行い、

節電の継続性や節電をめぐる現在の課題と今後の節電可能性について検証する。分析の対象は、東京電力管内とする。2011年の福島第一原子力発電所の事故を受けて全ての原子力発電所が完全に停止状態になり、2011年夏に東京電力管内で電力使用制限令の発動による強制的な節電が実施された。問題は平常時に回帰した後である。そのため、2011年と電力使用制限令が解除された2012年、2010年と同様に猛暑であった2013年の節電状況を先述した3つの条件に沿って追跡調査を実施した。国内最大の市場である東京電力管内で、節電によって原子力発電を除く他の発電方法で、常時電力需要に対応できることが証明されれば、政府が作成する中長期的なエネルギー計画や実施が計画されている電力の完全自由化に対して大きな影響を与えるであろう。

節電に関する先行研究は限られている。その中でも興味深いのが詳細なアンケート調査を実施している木村・西尾（2013）¹⁾である。企業や工場を対象に大規模なアンケートを実施しており、全体的な節電状況を把握するうえで非常に参考になる。ただし、猛暑であった2013年夏が調査対象になっていないこと、対象地域を全国に広げているために逆に分析の焦点が定まっていないこと、節電可能性について可能な限り数値化することが重要であるが、必ずしも十分に分析されていないこと、等からさらなる調査、研究の余地がある。なお、高橋（2013）²⁾も参考すべき先行研究であるが、データの多くを木村・西尾（2013）に依存している。

構成は次の通りである。2節で東京電力管内の電力の需給について現状を整理する。中期的な需要動向と震災後の供給状況について整理する。そのうえで、3節と4節で既存のデータと筆者が実施した聞き取り調査から、先に提示した3つの条件に沿って節電の効果と継続性について検証する。

2. 東京電力の供給能力と需給状況

（1）中長期的な需要動向

最初に、電力の電力販売量³⁾をみてみよう。電力会社10社合計の電力販売量は、2000年代に入ると9,000億 kWh 前後で横ばいに推移している。1980年代の電力会社10社の電力販売量の平均増加率は4.2%であったが、その後低下し、2000年からの10年間の増加率はわずか0.8%である。東京電力の場合も同じような傾向を示している（表1）。

原子力発電の必要性を検討する際に重要な指標となる最大電力⁴⁾の推移も電力販売量と同じ傾向

1) 木村幸・西尾健一郎（2013）「東日本大震災後の事業所節電行動の継続状況—2011年夏と2012年夏のアンケート調査の比較—」電力中央研究所研究報告 Y12023。

2) 高橋洋（2013）「3.11後のデマンド・レスポンスの研究～日本は電力の需給ひっ迫をいかにして克服したか？～」富士通総研研究レポート No. 408 July 2013。

3) 電力販売量は、発受電電力量（自社発電＋他社からの受電）から発電所内用電力、送電ロスや配電ロス、変電所内用電力を差し引いて算出される。

4) 最大電力とは、ある期間（日、月、年）の中でもっとも多く使用した電力のことで、一般には1時間ごとの電力量のうち最大のものをいう。また、月の中で毎日の最大電力を上位から3つとり、平均化した「最大3日平均電力」を用いる場合もある。日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編（2008年）「改訂2版 図解エネルギー・経済データの読み方入門」財団法人省エネルギーセンター、270～271ページ。

表1 電力販売量の増加率の推移

| | (単位: %) | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| | 1980—1990 | 1990—2000 | 2000—2010 |
| 電力会社10社 | 4.21 | 2.43 | 0.79 |
| 東京電力 | 5.31 | 2.47 | 0.44 |

資料：電気事業連合会のデータベース (<http://www5.fepc.or.jp/tok-bin/kensaku.cgi>) より筆者作成

表2 最大電力と最大電力の増加率の推移

| | (単位: 1,000kWh, %) | | | | | | |
|------------|-------------------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 |
| 最大電力 | 30,868 | 36,780 | 49,300 | 58,650 | 59,240 | 60,118 | 59,988 |
| | 1980—1990 | 1990—2000 | 2000—2010 | | | | |
| 最大電力の平均増加率 | 4.79 | 1.85 | 0.13 | | | | |

資料：電気事業連合会のデータベース (<http://www5.fepc.or.jp/tok-bin/kensaku.cgi>) より筆者作成

を示している。東京電力の最大電力の推移をみても1990年代後半から6,000万 kW 前後で横ばい状態となっている（表2）。2001年には6,430万 kWh というこれまでの最高値が記録されたが、80年代、90年代、2000年代の増加率を比較しても明らかなように、電力販売量の場合と同様に最大電力も横ばい状態である。

また、電力需要は過剰気味であり、削減余地は大きい。たとえば、2010年の欧米諸国と日本の電化率⁵⁾をみると、日本の44.9%は、フランス(49.3%)よりは低いが、アメリカ(39.4%)やドイツ(35.3%)、イギリス(35.6%)を上回っている⁶⁾（図1）。

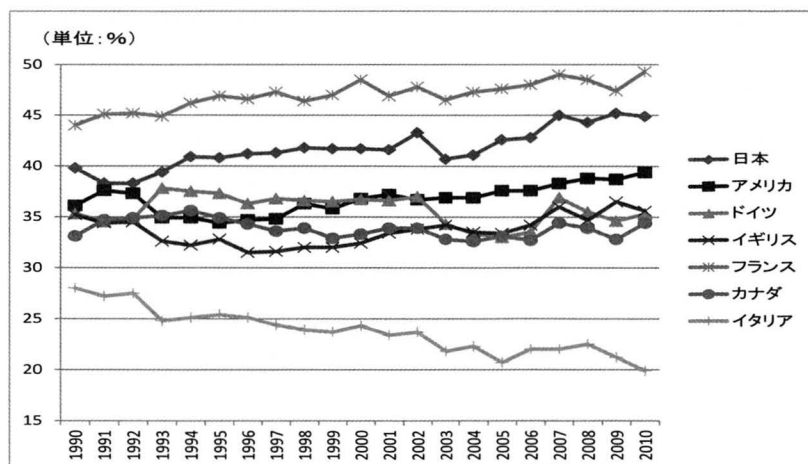


図1 電化率の推移と国際的比較

資料：電気事業連合会「FEPC INFOBASE」より筆者作成

5) 総エネルギー需要に占める電力需要の割合。電気事業連合会「電気事業の現状 2011」、3ページより。

6) 電気事業連合会「電気事業の現状 2011」、3ページより。

表3 主要先進国の1人当たりの電力消費量(2010年)

(単位: kWh)

| | カナダ | アメリカ | 日本 | フランス | ドイツ | ロシア | イギリス | イタリア |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 電力消費量 | 15,145 | 13,361 | 8,399 | 7,756 | 7,217 | 6,460 | 5,741 | 5,384 |

資料: 電気事業連合会「FEPC INFOBASE」より筆者作成

90年時点で日本とアメリカ、ドイツの電化率はほぼ同じ水準であったが、90年代以降では日本の電化率だけが上昇傾向を示した。また、国内の1人当たりの電力消費量は欧米諸国と比較して相対的に多い(表3)。たとえば、2010年の日本の1人当たり電力使用量は、8,399kWhで、電化率の高いフランスでさえ2010年時点で7,703kWh、イギリスの2010年の1人当たり電力消費量5,741kWh、イタリアにいたっては5,384kWhである。東京電力は電力需要を喚起して、電化率が上昇することを望んでいるが、電力販売量や最大電力の減少を食い止めるのが精一杯である。

また、国内において少子高齢化が急激に進展していることを考えると、今後電力需要の量的拡大を懸念する根拠はない。むしろ電力需要そのものを削減する、あるいは電力需要を熱エネルギー需要に転換して電化率を下げる、等の方法を用いることで電力需要を大幅に削減することが可能である。

したがって、電力の供給拡大の必要はなく、需要削減を前提とした需給調整がエネルギー政策を策定する際の基本的な考え方になる。

(2) 供給量の推移

次に2012年と2013年のピーク時の供給状況について整理する。表4には、2012年と2013年の東京電力の自社の発電設備の総出力、ピーク時の予想電力供給可能量、最大電力日の電力供給可能量、他社からの受電量が記されている。

表4 東京電力の最大電力時における供給力の内訳(2012年8月、2013年8月)

(単位: 万kW)

| | 2012年8月 | | | 2013年8月 | | |
|------------|---------|---------------------|------------------|---------|---------------------|------------------|
| | 総出力 | 供給可能量 (2012年春予想) | 供給可能量 (最大電力日) | 総出力 | 供給可能量 (2013年春予想) | 供給可能量 (最大電力日) |
| 1. 総供給力 | - | 5,771 | 5,453 | 6,467 | 5,813 | 5,492 |
| 2. 供給力(自社) | 5,496 | 4,890 | 5,453 | 5,613 | 4,910 | - |
| (1) 原子力 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| (2) 火力 | 4,179 | 3,903 | 4,407 | 4,295 | 3,861 | - |
| (3) 一般水力 | 217 | 130 | 203 | 218 | 129 | - |
| (4) 揚水式水力 | 1,100 | 850 | 844 | 1,100 | 900 | - |
| 3. 他社受電 | - | 880 | - | 854 | 903 | - |

資料: 資源エネルギー庁「電力調査統計」と東京電力のプレスリリース2013年7月19日付「今夏の電力需給の概要について」より筆者作成

注1): 2012年の最大電力を記録したのは8月30日。

注2): 「-」は不明。

注3): 2012年の火力には他社受電分も含まれる。また、揚水式水力にも他社受電分が含まれている。

注4): 供給可能量は、各年の4月時点での予想値。

注5): 総出力における原子力の出力を0とした。

注6): 2012年の最大電力日の供給可能量が全て自社供給力に含まれているが、これは他社受電が不明であるため。

最初に共通している特徴が供給量の下方修正である。4月に提出された夏期のピーク時の電力供給可能量が、その後下方修正されている。たとえば、2012年4月に提出された同年夏期ピーク時の予想電力供給可能量は5,771万kWであったが、最大電力日の電力供給可能量は318万kW少ない5453万kWにまで低下した。2013年も同様で、電力供給可能量が春の5,813万kWから最大電力日には321万kW減の5,492万kWに減少している。このように、2012年、2013年共に最大電力日の供給可能量が予想値をかなり下回るという特徴がある。

なお、2012年の電力供給可能量5,771万kWの内訳は、東京電力の自社発電設備からの供給可能量が4,890万kWで、他社受電分が880万kWである。ただし、他社受電のうちの共同火力分の274万kWは東京電力の出資分に相当すると考えられるから、これを自社発電に算入すれば、自社の発電設備の供給可能量は5,164万kW、他社受電は600万kW程度になる。2013年も、共同火力発電分を自社発電に算入すると、自社の発電設備の供給可能量は5,205万kWで、他社受電は600万kW程度になる。

表5 ピーク時における東京電力の火力発電所の予定出力

(単位: 万kW、%)

| | ユニット | 2012年 | | | 2013年 | | |
|------------|----------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|
| | | 総出力 (A) | 出力(予想) (B) | 稼働率 (B/A) | 総出力 (A) | 出力(予想) (B) | 稼働率 (B/A) |
| 千葉火力発電所 | 1号系列(4機) | 144 | 124 | 86.1 | 144 | 124 | 86.1 |
| | 2号系列(4機) | 144 | 124 | 86.1 | 144 | 124 | 86.1 |
| 五井火力発電所 | 1～6号機 | 188.6 | 186.6 | 98.9 | 188.6 | 186.6 | 98.9 |
| 姉崎火力発電所 | 1～6号機 | 360 | 360 | 100.0 | 360 | 317.4 | 88.2 |
| 富津火力発電所 | 4号系列(4機) | 504 | 457.8 | 90.8 | 504 | 457.8 | 90.8 |
| 袖ヶ浦火力発電所 | 1～4号機 | 360 | 360 | 100.0 | 360 | 360 | 100.0 |
| 鹿島火力発電所 | 1～6号機 | 440 | 440 | 100.0 | 440 | 440 | 100.0 |
| 大井火力発電所 | 1～3号機 | 105 | 105 | 100.0 | 105 | 105 | 100.0 |
| 広野火力発電所 | 1～4号機 | 320 | 320 | 100.0 | 320 | 220 | 68.8 |
| | 5～6号機 | 60 | 60 | 100.0 | 120 | 120 | 100.0 |
| 品川火力発電所 | 1号系列(3機) | 114 | 97.5 | 85.5 | 114 | 97.5 | 85.5 |
| 常陸那珂火力発電所 | 1～2号機 | 100 | 100 | 100.0 | 200 | 200 | 100.0 |
| 川崎火力発電所 | 1号系列(3機) | 150 | 131.5 | 87.7 | 150 | 138.9 | 92.6 |
| | 2号系列(1機) | 50 | 46.3 | 92.6 | 50 | 43.5 | 87.0 |
| 南横浜火力発電所 | 1～3号機 | 115 | 115 | 100.0 | 115 | 115 | 100.0 |
| 横須賀火力発電所 | 1～2号機 | 17.4 | 15.1 | 86.8 | 17.4 | 15.1 | 86.8 |
| | 3～8号機 | 210 | 70 | 33.3 | 210 | 70 | 33.3 |
| 横浜火力発電所 | 5～6号機 | 52.5 | 52.5 | 100.0 | 52.5 | 52.5 | 100.0 |
| | 7号系列(4機) | 140 | 120 | 85.7 | 140 | 120 | 85.7 |
| | 8号系列(4機) | 140 | 120 | 85.7 | 140 | 120 | 85.7 |
| 東扇島火力発電所 | 1～2号機 | 200 | 200 | 100.0 | 200 | 200 | 100.0 |
| 緊急設置電源(GT) | | 259 | 221 | 85.3 | 214.9 | 157.7 | 73.4 |
| その他 | | 5 | 77 | | 5.1 | 76.1 | |
| 合計 | | 4178.5 | 3903.3 | 93.4 | 4294.5 | 3861.1 | 89.9 |

資料：東京電力資料「原子力発電所を再起動しない場合の東京電力管内の電力需給見通し」より筆者作成

(注1)：2013年の減少分は次の通りである。広野火力発電所の100万kWは、4号機の停止による。横須賀火力発電所の140万kWの減少は、5～8号機の停止による。

(注2)：緊急設置電源は、千葉、姉崎、大井、川崎、鹿島の各発電所に設定されている。

現在の発電において中心的な役割を担っているのが火力発電である。表5に発電所別の総出力等のデータが記されている。これによると、2012年の火力発電所の総出力は4,179万kWで、同年の4月に予想されたピーク時の電力供給可能量（予想出力）は3,903万kWであった。2012年も2013年も横須賀火力発電所の5～6号機の廃止による影響が大きい。また、2013年は、緊急設置電源の削減（40万kW）と広野火力発電所の4号機の長期停止によって、2012年よりも予想値が引き下げられた。予定された出力の対総出力比は、90％程度であることから、基本的には火力発電に関してはフル稼働が想定されていた。

共同火力発電を除いた600万kW程度他社受電は、主にIPP（独立系発電事業者）からの受電が中心となる。たとえば、大手IPPであるJパワーは、福島、新潟、栃木各県に水力発電所を多数抱えており、その発電設備出力は2013年8月時点において183万kWで、そのほとんどが東京電力に供給される。火力発電所については、神奈川県に磯子火力発電所（120万kW）を所有しており、東京電力にはそのうちの94万kWが供給される見通しを立てていた。水力と火力を合わせるとJパワーだけで280万kW程度が東京電力に供給されることになる。東京電力が他社から受電する600万kWのうち、50％近くをJパワー1社が占めることになる。それほどまでにJパワーの供給力は東京電力にとって必要不可欠である。

東京ガスも東京、千葉、神奈川の各県に200万kW（他社の持ち分も含む）程度の発電設備を保有している。さらに、東京ガスは発電能力の増強を図り、500万kW程度まで拡大することを計画している。東京ガスは、東京電力への卸売りではなく、自ら小売販売を考えていることから、東京電力の供給力増強には結びつかないが、東京電力管内の需要を満たすことはできる。

東京電力の場合、中長期的には老朽化した発電設備の廃止計画と更新計画の遂行が必要である。横須賀発電所などは長期休止や廃止が決定しており、新しい発電所への更新が喫緊の課題である。老朽化だけが更新の理由ではない。温室効果ガスを相対的に多く含む石炭や重油からLNGに切り替えると同時に、コンバインド化の促進を図り、発電効率を引き上げることが不可欠である。

事実、東京電力の東京湾岸の火力発電所は大井や五井、横須賀など、運転開始から40年近い老朽施設が多く、老朽火力発電所の総出力は1,000万kW規模になるとみられている。東京電力が単独で建て替え資金を調達するのは難しいため、他地域の電力会社やガス会社などの参入を促すことで火力発電所を更新する予定である。

そこで東京電力は、最初に2019年6月から2021年6月までに供給開始する火力電源260万kWを募集した⁷⁾。その結果、東京電力は、新設の火力発電所から電力を調達する入札の落札者を中部電力、新日鉄住金、Jパワーの3社に決定した。ただし、東京電力は入札で260万キロワットを調達する予定だったが、入札で調達できたのは4分の1の合計68万キロワットにとどまった。2021年以降供給開始する発電所総出力1,000万kWを予定しているだけに、再入札に向けて価格の上限など条件面の再

7) 年間契約基準利用率が70％～80％のベース電源で、電力供給期間は原則15年間（10年～30年の範囲で選択可能）、上限価格は9.53円/kWhという条件であった。東京電力のプレスリリースより。

検討が不可欠である。

注目すべきは中部電力の参入である。中部電力は、三菱商事系のダイヤモンドパワー社を買収し、東京電力管内の首都圏で電力販売を始めている。中部電力の参入を受けて、東京都は都の48施設の電力調達先を東京電力からダイヤモンドパワー社に切り替えた。東京都が東京電力以外の手電力会社から電力を購入するのは初めてであり、入札による電力供給力の拡大によって中部電力の首都圏での電力供給力は拡大する。

このような中部電力の首都圏への進出は、2つの点において意義がある。一つが電力会社間の競争である。これまで、電力会社が電力を管轄外に販売するケースはほとんどなかったが、電力会社が相互に参入することで競争が生まれることが期待される。

もう一つが入札制度の導入による発電部門の切り離しである。東京電力の場合、原子力発電所の事故という特殊事情下における対応策であるが、入札によって非電力企業と共に他の電力会社の参入が拡大すれば、最終的には発送電分離に結びつくことが予想される。東京電力の試みが他の電力会社にも波及するか予測するのは困難であるが、一つのモデルになると考えられる。

3. 2011年以降の節電実施状況

(1) 東京電力管内の電力需給状況と節電効果

東京電力管内の2011年夏の最大電力(4922万kW、同年8月18日14～15時)は2010年の最大電力(5,999万kW、2010年7月23日14～15時)と比べ、全体で1,077万kWの削減(対前年比18%減)となった。東京電力は当初、2011年夏の最大電力を5,500万kWと想定していたが、結果は4,922万kWと予想を大きく下回った。

また、東京電力は、2011年の最大電力の節電効果の内訳試算を公表している⁸⁾。試算によると、最大電力のうち大口需要家(契約電力500kW以上)の消費電力が前年比29%減(約600万kWの削減)の1,450万kW、小口需要家が同19%減(約400万kWの削減)の1,750万kW、家庭用が6%減(約100万kWの削減)の1,700万kWであった。大口需要家については15%の節電義務が課されたが、実際の削減率は15%を大きく上回り約29%に達した。

問題は、電力使用制限令が発令されず、しかも数値目標が設定されないいわば“平常時”における節電対応である。2011年夏の節電は非常事態下で実施されたこともあり、2011年の最大電力は2010年比で1,000万kW減少したが、東京電力は2012年以降については平常時に戻ることによって“もどり”需要が発生し、節電の効果は一定程度消滅すると想定していた。事実、東京電力は、2012年8月の最大電力は平年並みで5,360万kW、猛暑が発生すれば5,520万kWまで増える予想した。2013年も同じで、同年8月の最大電力を平年並みで5,280万kW、猛暑が発生した場合は5,450万kWに達すると予想した(表6)。

8) 東京電力のプレスリリース (http://www.tepco.co.jp/cc/press/betull1_j/images/110926d.pdf)

表6 2012年及び2013年の最大電力の予想値と実測値

(単位: 万kW、%)

| | 2012年8月 | | | 2013年8月 | | |
|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | 予想値 | | 実測値 | 予想値 | | 実測値 |
| | 平均並み | 猛暑 | | 平均並み | 猛暑 | |
| 供給可能量 | 5,771 | 5,771 | 5,453 | 5,813 | 5,813 | 5,492 |
| 需要量 | 5,360 | 5,520 | 5,078 | 5,280 | 5,450 | 5,093 |
| 自社発電 | — | — | 4,139 | — | — | — |
| 他社受電 | — | — | 937 | — | — | — |
| 予備力 | 411 | 251 | 375 | 533 | 363 | 399 |
| 予備率 | 7.1 | 4.3 | 6.9 | 10.1 | 6.7 | 7.3 |

資料：東京電力のプレスリリース2013年7月19日付「今夏の電力需給の概要について」と2012年5月18日付「平成24年度夏季の需給見通し内訳」より筆者作成

注1：猛暑は2010年並みの気温を想定。

注2：供給力には原子力発電の再稼働は想定されていない。

注3：最大電力を記録した日は2012年が8月30日、2013年は8月9日。

実際には、2012年の最大電力（8月30日）は対2010年比で15.3%減の5,078万 kW、2013年の最大電力（8月9日）も対2010年比15.1%減の5,093万 kW にとどまった。電力使用制限令がない自主的な節電であったにもかかわらず、15%の節電を2年連続して達成したことは節電が定着していることを示している。

結局のところ、表6からも明らかのように、東京電力の予想値は実際よりも高くなる傾向にある。2012年、2013年共に実際の最大電力が東京電力の予想値を大きく下回り、2012年の最大電力は5,078万 kW と予想値より300万 kW から450万 kW 少ない。2013年も同様で、5,093万 kW と東京電力の予想値を200万 kW から350万 kW 下回った。

また、図2で示されているように、2013年8月の東京の日別最高気温は平年を大きく上回り、猛暑と言われた2010年8月の日別最高気温に近い水準であった。仮に、2013年も2010年程度の猛暑であったと判断すると、2013年の4月時点での最大電力の予想値（5450万 kW）と実測値（5,093万 kW）の間には、350万 kW 程度の開きが生じたことになる。

このような東京電力の想定を超える節電によって、電力供給に余裕が生じた。2012年の最大電力日の供給予備率は、当日の最大供給可能量5,453万 kW に対して6.9%、4月に発表された同年夏季の予想最大供給可能量5,771万 kW に対しては12.0%に達する。2013年も同様で、最大電力日の供給予備率は、当日の最大供給可能量5,492万 kW に対して7.3%、4月に発表された同年夏季の予想最大供給可能量5,813万 kW に対しては12.4%に達する。政府は、望ましい供給予備率として7～8%を想定している⁹⁾。瞬間的な需要変動に対応する予備力として3%、計画外の電源脱落や気温上昇による需要増に対応する予備力として4～5%、合計で7～8%を確保することが望ましいと判断していることから、2012年と2013年の節電によるピークカットによって需給調整は機能したと判断できる。

9) 電力需給検証小委員会『2013年度夏季の電力需給見通しについて』、29ページ参照。

なお、臨時調整契約は、需給見通しの定着節電分には含まれていないので、2013年度の最大電力5,093万kWから東京電力が提示した臨時調整契約分174万kWを差し引くと、4,900万kWにまで削減することが可能になる。その場合、2013年度の最大電力日の供給可能量5,492万kWに対する供給予備率は10.8%に達する。供給が需要をはるかに上回る。

2012年の最大電力5,078万kWの内訳をみると、自社発電が4,139万kWに対して、他社受電が937万kWとなっている（表6）。また、揚水式水力発電は、原子力発電と密接にリンクしているために、どの程度稼働を見込むかという点が重要な論点となるが、データ上はあまり発電に利用されていない。したがって、揚水式水力発電をそれほど必要としないほど、電力需要が予想を超える規模で低下したことになる。この点からも節電による電力需要の削減は効果的であった。

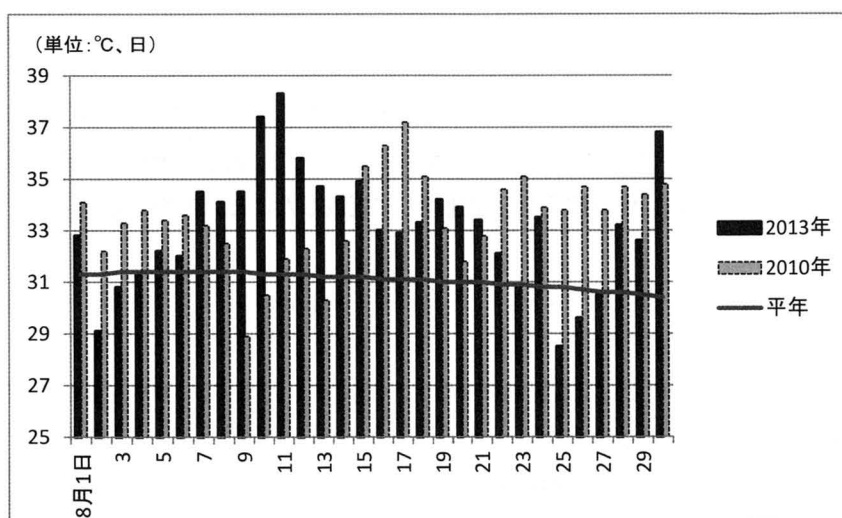


図2 8月の日別最高気温（東京）の推移

資料：気象庁のデータ（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>）から筆者作成

表7 2013年度夏季最大電力需要の積算根拠について（2010年度並み猛暑を想定）

| (単位：万kW) | |
|------------------------------|-------|
| 1. 2010年最大電力(3日平均) | 5,886 |
| 2. 節電効果(①×②) | 629 |
| ①2012年度夏季節電実績 | 707 |
| ②継続率(%) | 89 |
| 3. 経済的影響(①－②) | 119 |
| ①経済影響 | 141 |
| ②新電力への離脱 | 22 |
| 4. 2013年度夏季最大電力(3日平均)(1-2+3) | 5,376 |
| 5. 2013年度夏季最大電力 | 5,450 |

資料：電力需給検証小委員会「2013年度夏季の電力需給見通しについて」、10ページ。

2012年と2013年の夏期最大電力と予想値のかい離を考えると、明らかに予想値の算出方法に問題があると考えられる。たとえば、2013年の猛暑時の最大電力を5,450万 kW と推定した根拠は、表 7 に示されている。

2012年度夏期節電実績を700万 kW と仮定し、アンケート調査から算出した継続率を乗じて節電効果を630万 kW と算出しているが、やや過小評価である。2012年度と2013年度の最大電力がともに約5,100万 kW 弱ではほぼ同水準であることから、2010年度の節電実績はおおよそ900万 kW 程度と想定されるであろう。この点については図 3 から確認することができる。

図 3 は、2010年と2013年の7月と8月の日別最高気温と最大電力の関係を表した散布図で、2010年から2013年までの各年の最高気温と最大電力の関係を直線で表している。2011年の節電は電力使用制限令の発動による強制であったため、2012年になると節電効果はやや減少する。しかし、2013年の夏期は2010年の猛暑に相当するとみられるが、それでも2012年と同程度（900万 kW）の節電を達成することができた。900万 kW 程度の節電は偶発的ではなく、図 3 が示すように確実に定着している。

以上のように、節電の量的効果は十分であり、原子力発電を除いた既存の発電設備で十分に対応できるレベルまでに、需要削減が可能になっている。明らかに節電は確実に定着している。

(2) 業務部門の電力需要構造

節電の可能性を検討するためには部門別の電力需要に関するデータが不可欠であるが、これについては資源エネルギー庁が2010年を対象に推計した最大電力の業務別内訳が参考になる。同庁は、需要抑制対策を検討するにあたり、東京電力管内の産業（大口・小口）、業務（大口・小口）、家庭の夏期最大電力の需要規模、構造について推計を行った。

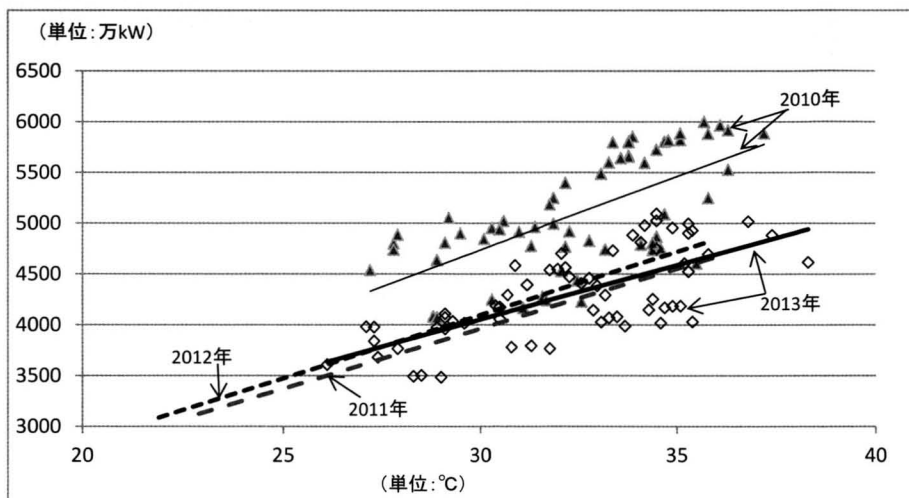


図 3 最高気温（東京）と東京電力管区内の最大電力の関係

資料：東京電力のデータ（<http://www.tepco.co.jp/forecast/html/calendar-j.html#cal-link1>）及び気象庁のデータ（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>）より筆者作成

それによると、2010年の最大電力約6,000万kWのうち、産業用（大口・小口）が1,700万kW、業務用（大口・小口）が2,500万kW、家庭用が1,800万kWであった。したがって、東京電力管内では業務部門の比率が最も高く、節電対象として重視すべきでる。業務用の中で最も需要が大きいのがオフィスビル向けで、業務用全体の40%程度を占めている。オフィスビルに続くのが、食品関係で29%（うち卸・小売店が22%、食品スーパーが7%）である（図4）。

業務用の特徴をみると、全般的に空調と照明の比率が高いことが確認される。たとえば、業務部門の電力需要のうち、最も比率が高いのが空調で、総需要量の42%を占めている。空調に続くのが照明で、全体の27%、OA機器が8%となっている（表8）。

また、オフィスビルの電力需要の内訳をみると、空調の比率が48%と業務部門の平均よりも高く、その後に照明が24%、OA機器が16%と続いている。食品スーパーのショーケースという例外はあるが、どの業種においても空調と照明の占めるシェアが高いという共通の特徴がある。したがって、業務部門の電力需要を削減するためには、空調と照明に費やされる使用電力の削減が重要であることを確認することができる。

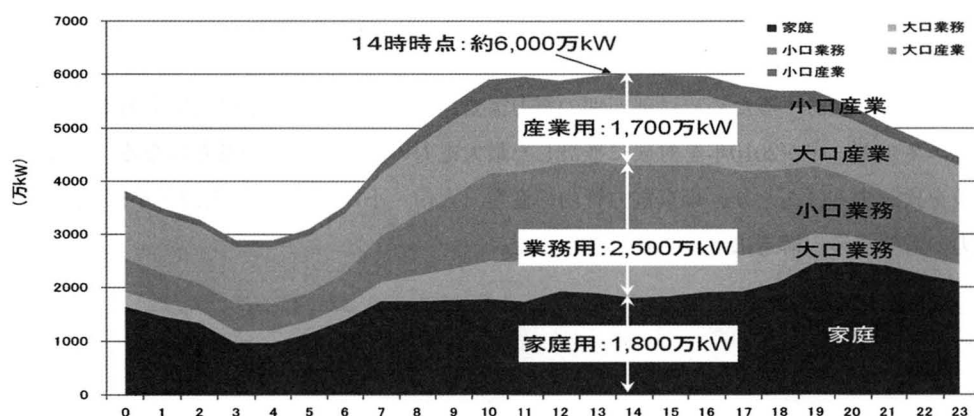


図4 東京電力管内の夏期最大ピーク時の需要構成

資料：資源エネルギー庁（2011）「夏期最大需要使用日の需要構造推計（東京電力管内）」

表8 最大電力需要における業務部門の業種別機器別シェア

（単位：%）

| | 第1位 | 第2位 | 第3位 |
|--------|------------|--------|-----------|
| 業務全体 | 空調(42) | 照明(27) | OA機器(8) |
| オフィスビル | 空調(48) | 照明(24) | OA機器(16) |
| 卸・小売店 | 空調(48) | 照明(26) | ショーケース(6) |
| 食品スーパー | ショーケース(28) | 空調(25) | 照明(24) |
| 医療機関 | 空調(38) | 照明(37) | エレベーター(4) |
| ホテル・旅館 | 照明(31) | 空調(26) | エレベーター(8) |
| 飲食店 | 空調(46) | 照明(29) | 厨房(13) |

資料：資源エネルギー庁「夏期最大電力使用日の需要構造推計（東京電力管内）」平成23年5月

注：「OA機器」とは、パソコン、FAX、プリンター、コピー機

そこで次に、業務部門の中で最も電力需要が大きいオフィスビルを対象に、2011年、2012年の節電の具体的手法とその効果について、分析を進める。節電が継続的にかつ確実に実施されるのか、について東京都が実施したアンケート調査と筆者が実施した聞き取り調査を基に分析を行う。

(3) 東京都アンケート

まず2012年の東京都のアンケート調査を検討する¹⁰⁾。最初に、2012年の対2010年比夏期最大電力削減率であるが、15%以上削減したと回答したのが全体の58%と6割弱を占めている。対2011年比で4ポイント減少しているが、2013年も15%以上の削減を予定しているとの回答が58%と、2012年度と同水準となっている(表9)。

表9 2011年、2012年夏の最大電力削減率

| | (単位: %) | | | | |
|------------|---------|----------|---------|--------|----------|
| | 15%以上 | 10～15%未満 | 5～10%未満 | 0～5%未満 | マイナス(増加) |
| 2011年夏の実績 | 62 | 16 | 8 | 13 | 1 |
| 2012年夏の実績 | 58 | 14 | 10 | 9 | 9 |
| 2013年夏(予定) | 58 | 14 | 10 | 13 | 5 |

資料：東京都のアンケート調査「東京における2012年夏の節電対策の実施状況等」

次に照明の節電について検討する。照明の節電では、照度の引き下げが重要である。照度を引き下げる方法には、高効率照明への切り替えと照明器具の減灯(いわゆる間引き)がある。大規模事業所(建物所有者)では、300ルクス以下が2011年の14%から2012年には9%まで下落しているが、500ルクス程度に関しては2012年も2011年と同じ50%であり、大きな変化は見られない。2012年の調査で2013年夏の実施可能性について聞いているが、それによると、300ルクス以下については、2013年も実施できると答えた事業所が98%、500ルクス程度で95%と高い数値を記録している。節電を継続する強い意志が見て取れる。

2012年の中小規模事業所では、照度を測定していると回答した事業所のうち、500ルクス未満が29%、500ルクス以上750ルクス未満が46%と、照度は大規模事業所に比べてやや高い。ただし、中小規模事業所のうちオフィス系(事務所)の場合、500ルクス未満が28%、500ルクス以上750ルクス未満が55%と積極的に取り組んでいる。2013年については、対策を強化すると答えたのが10%程度であったが、同程度の対策を実施するとの回答が65%に上った。

減灯についても同様な傾向がみられる。2011年に大規模事業所(建物所有者)の執務室で、減灯を実施したと回答したのが全体の85%、1/2以上の減灯を実施したのが全体の42%であった。2012年は、減灯を実施したと回答したのが全体の77%、1/2以上の減灯を実施したのが全体の31%であった。

10) 大規模事業所は、キャップ&トレード制度対象事務所(建物所有者)で、都は2012年9月13日から10月5日までの間に、1391事業所に送付し、522事業所から回答が得られた(回収率38%)。中小規模事業所は「地球温暖化対策報告書制度(都条例)」の報告提出事業者で、都は2012年9月14日から10月5日までの間に、1568事業所に送付し、576事業所からの回答を得た(回収率37%)。

2013年の実施可能性については、3/4消灯したと答えた事業所のうちの97%、1/2消灯と答えた事業所のうちの97%が継続実施可能と答えており、2013年の減灯もほぼ2012年と同水準になるとの予想であった。

中小規模事業所でも同様である。2011年の中小規模事業所の業務エリアで、減灯を実施したと回答した事業所が全体の86%、1/2以上の減灯を実施したと答えた事業所が全体の38%であった。2012年は、実施したと回答した事業所が全体の85%、1/2以上の減灯を実施した事業所が全体の29%であった。2013年の実施可能性については、3/4消灯したと回答した事業所、1/2消灯と回答した事業所全てが実施可能と答えており、2013年の減灯もほぼ2012年と同水準になると予想される。

高効率ランプへの交換については、次のような傾向がみられる。2012年の大規模事業所（建物所有者）では、67%の事業所で程度の差はあれ実施された。2011年と同じ数値である。2013年であるが、2013年は72%が実施可能と答えており、過去2年と同程度あるいはそれ以上の積極的な対応が予想される。

高効率照明の更新については Hf(高周波点灯専用形蛍光灯) と LED で対照的な結果となっている(表10)。Hfについては、2011年夏以前にすでに22%の事業所が更新済みと答えている。2011年秋から2012年夏までに更新したと答えた事業所が14%、2012年夏以降に実施すると答えた事業所が10%と次第に低下する傾向にある。これに対して、LED に関しては、同時期に12%、24%、31%と増加傾向にある。2012年以降に予定通りに更新が実施されると、LED に更新する事業所が70%近くに達することになる。

表10 設備導入対策の実施状況

| | 実施済み | | (単位: %) |
|--------------|----------|---------------|---------|
| | 2011年夏以前 | 2011年秋～12年夏まで | 今後実施予定 |
| 照明器具の更新(Hf) | 22 | 14 | 10 |
| 照明器具の更新(LED) | 12 | 24 | 34 |
| 空調設備の更新 | 24 | 28 | 18 |

資料：東京都のアンケート調査「東京における2012年夏の節電対策の実施状況等」

タスクアンビエントについても聞いている。それによると、2011年、2012年ともに実施率が低く、それぞれ10%、9%となっている。しかしながら、2013年に実施可能と答えた事業所が18%になっており、むしろ実施率の増加が見込まれる。

以上のように、すでに2012年段階で2013年も同程度の節電が計画されていた。また、LED の導入やタスクアンビエントの実施に関しては2012年よりも強化されることが予想されるだけに、照明における節電は確実に定着しているといえる。

なお、照明の節電が職場環境に与える影響であるが、2012年の中小企業事業所全体では、「暗すぎる」という回答がわずか4%で、65%が「特に反応なし」、31%が「ちょうど良い」となっている。オフィス系テナントビルのケースでも、「暗すぎる」という回答はやはり5%と少なく、73%が「特に反応

なし」、21%が「ちょうど良い」となっており、照明の節電に伴う悪影響は考えにくい。

次に空調について検討する。空調での対応としては、室温設定とピーク時の緊急的な対応が考えられる。室温は、照明と同様2013年は2012年とほぼ同じ水準である。2012年の大規模事業所（建物所有者）の場合、28度以上が46%を占めており、2011年の59%から減少はしているが、一定程度節電が継続実施されている。2012年に29度以上に設定した全事業所が2013年についても引き続き29度以上に設定すると回答している。28度に設定した事業所も99%が2013年も継続すると回答しており、同程度の節電が見込まれる。

中小規模事業所でも同様である。2012年に28度以上に設定した事業所が54%で、2011年の60%から低下しているが、2013年についても53%と2012年と同水準が見込まれていた。オフィス系（事務所）は2011年からほぼ同じ状況で、28度以上に設定するとの回答が60%を超えている。

緊急時の対応としては、熱源機器の強制的な停止や空調用ポンプの強制的な一部停止が考えられる。熱源機器の強制的な停止については、大規模事業所（建物所有者）の場合、2011年に実施したと答えたのが全体の51%、2012年も減少したとはいえ40%を占めていた。2013年についても40%の事業所が継続すると答えていた。

空調用ポンプの強制的な一部停止も同様である。ピーク時に空調用ポンプの強制的な一部停止を実施すると答えた事業所が2011年に35%、2012年に減少したとはいえ26%存在していた。2013年に実施する予定であるとの回答が34%と、むしろ節電対策を強化することも予想される。また中小規模事業所でも空調設備の更新も進んでおり、2012年夏までに52%が実施済み、18%が今後実施予定であると回答している（表10）。

以上のように、照明と空調を含め、多くに事業所がすでに2012年秋の段階で2013年も2012年と同様の節電を実施することを予定していたことになる。照明等については、節電が周年化し、完全に定着しているものと考えられる。

4. 地方自治体の節電実施状況―聞き取り調査から―

節電の実態をさらに掘り下げるために、筆者は地方自治体の庁舎を対象とした節電の実施状況について調査を実施した。具体的には、東京電力管内の19の地方自治体に対して本庁舎の節電実施状況について、事前にアンケート用紙を配布して聞き取り調査を行った¹¹⁾。

まず、2012年の最大電力の削減であるが、回答のあった16自治体のうち、対2010年比で15%以上20%未満の節電を達成したのが6自治体で、10自治体が20%を超える削減を実施した。電力使用制限令や数値目標がない状態で20%を超える節電に成功したことは注目すべきことであり、この結果からも節電が定着していることは明らかである。

11) 事前に質問票を送付したうえで、2012年9月から12月にかけて各地方自治体を訪問して、聞き取り調査を実施した。

(1) 照明の節電

照明に関しては、東京都のアンケート調査と同様に照度がかなり引き下げられている。節電期間以外の時期に800ルクス程度と回答した自治体が3自治体あるが、夏期の節電期間になるとほぼ全ての地方自治体が照度を500ルクス以下に設定している。しかも、回答のあった15自治体のうち、9つの自治体が通年で照明の節電対応を実施している。

減灯の実施率も高い。聞き取りを実施した地方自治体ほぼ全てにおいて減灯が実施されている。最も多いのが50%程度の減灯である。また、高効率の照明の普及も進んでいる。特に顕著なのがHf蛍光灯で、回答のあった15のうち、9つの自治体で執務室の照明を100%Hfに交換していると答えている。他に60~80%の普及と答えたのが3件あるので、全体的にHfの普及は進んでいると考えられる。

高効率照明への切り替えと減灯による総合的な照明の節電効果は、照明電力密度として数値化できる。照明電力密度は、床面積の単位面積当たりの照明の消費電力（使用されている器具台数×器具の消費電力）／床面積で、事務室の標準照明電力密度は $20\text{W}/\text{m}^2$ と設定されている¹²⁾。これは、JIS基準（JIS Z 9110-2010）の標準照度 750 lx ¹³⁾の照度を得るのに必要な照明エネルギー（Hf32W×2をベース）である。 $20\text{W}/\text{m}^2$ はHf32Wを主照明に考えないと実現しにくいレベルであり、通常の蛍光灯では当然のことながら $20\text{W}/\text{m}^2$ よりも数値は高いと予想される。

この点について、聞き取り調査を実施した地方自治体のうち、11の地方自治体から回答を得た。そのうち、 $10\text{W}/\text{m}^2$ 以上 $15\text{W}/\text{m}^2$ 未満に該当する3自治体を除いた8自治体が $5\text{ W}/\text{m}^2$ 以上 $10\text{W}/\text{m}^2$ 未満と回答しており、標準照明電力密度は $20\text{W}/\text{m}^2$ の半分以下にまで節電していることになる。

たとえば、A県の場合、標準的な執務室の床面積が 119.72m^2 で、Hf蛍光灯に更新する以前の照明消費電力は 2295W （ 85W ：27台）で、更新以前の照明電力密度は $19.2\text{W}/\text{m}^2$ であった。Hf蛍光灯の導入後、照明消費電力が 1890W （ 70W ：27台）に減少したため、照明電力密度は $15.8\text{W}/\text{m}^2$ にまで減少した。そこから50%の減灯を実施した結果、照明電力密度は単純にその半分の $7.9\text{W}/\text{m}^2$ となる。つまり、Hf蛍光灯の導入、減灯によって、照明電力密度は、 $19.2\text{W}/\text{m}^2$ から $15.8\text{W}/\text{m}^2$ 、 $7.9\text{W}/\text{m}^2$ へと段階的に減少したことになる。削減率は、最終的に59%に達する。

地方自治体以外でも同じような傾向がみられる。たとえば、大手不動産企業B社では、節電のための実験的オフィスを設けており、ここでも同様の結果が得られている。ここでは照明器具1台の消費電力は、 54W （ 27W ×2本）で、照明器具222台が執務室（床面積 545m^2 ）に設置されているので、フルに点灯すれば $22\text{W}/\text{m}^2$ となる。2011年夏の節電で50%減灯し、さらに追加で照明の一部を消灯にしたので、点灯していた照明は95台に減少し照明電力密度は $9.4\text{W}/\text{m}^2$ にまで低下した。以上のようなケースから、Hf蛍光灯への移行、移行後の照明の減灯、という2段階の節電で、既存の蛍光灯と比較して照明電力密度を約60%削減することが可能である。照明学会が実施したオフィス照明の実態調査では、 $17.7\text{W}/\text{m}^2$ という調査結果が示されているが¹⁴⁾、この数値と比較しても50%程度の削減余地

12) 照明学会（2006）『オフィスの照明』照明学会普及部、63ページ参照。

13) 実際には、750ルクスという推奨照度には500~1000ルクスの照度範囲が示されている。

が存在すると考えられる。

ただし、LED の導入は進んでいない。部分的でも導入していると回答した6自治体あるが、LED の普及率は極めて低い。その中でも LED への更新が進んでいるのがC市である。同市では、LED の導入を積極的に進めており、執務室における普及率がほぼ100%となっている。

同市役所の執務室については、2011年夏に照明の減灯を実施し、その際に照度測定を実施して300ルクス程度に設定したという。その後、全面的なLED化を進めることで、減灯をしないで300ルクス程度を維持している。減灯をすることで照度が一定ではなくなり、場所によっては労働環境に影響が出ることが予想される。他の地方自治体での聞き取り調査で実際にそのような問題点が指摘された。LED化によって照度に偏りが生じることを解決することができる。また、減灯をする必要がないため、通年での節電が可能になる。ちなみに、C市の場合、照明電力密度は $8.1\text{W}/\text{m}^2$ であり、LED化によって標準照明電力密度を $20\text{W}/\text{m}^2$ の半分以下に削減することが可能である。

照明の節電実施に際して、懸念されるのが照明の減灯が労働環境に与える影響である。照明学会の調査によると、照度については、設計照度と実測照度の差が大きいという傾向がある¹⁵⁾。調査によると、設計照度で最も多かったのが700～800ルクス（85件）で、600～700ルクス（63件）が続く。800ルクスを超えるケースもあるが（38件）、1,000ルクス以上は少なかった（12件）。しかしながら、実測照度は全般的に設定照度を上回っていた。実測照度で最も多かったのが1000ルクス以上（69件）で、それに続く700～800ルクス（40件）を大きく引き離していた。このように、実際の職場の照度は設定照度よりも高くなっており、それだけに照明消費電力の削減余地は大きい。

執務室では750ルクスが推奨されているが、国際基準であるISO8995ではファイリング、コピー配布などが300ルクス、文書作成、タイプ、閲読、データ処理、CADワークステーションが500ルクスとなっている。750ルクスという数値は日本が国内事情を加味して加えたもので、実際には国際基準の1.5倍の照度を用いている、という指摘がある¹⁶⁾。

このように、日本の照度基準は国際的にも高く設定されていること、実際の照度が設計照度を上回っていること、等から利用者に過重な負担をかけることなく照度基準を引き下げることが可能であり、むしろ重要な検討課題といえる¹⁷⁾。実際、先述した大手不動産企業B社の実験結果が興味深い。オフィス内の700ルクスの照明を50%減灯して350ルクス引き下げても執務上問題ないという。50%の減灯下でも、天候条件が良ければ昼光の効果的な利用によって500～600ルクスを記録することあるという。また、パソコンのモニターの発光によって室内は比較的明るく、筆者が見学した日没後でも室内の照

14) 照明学会（2002）『オフィス照明の実態』研究調査委員会報告書、26ページ参照。

15) 照明学会（2002）『オフィス照明の実態』研究調査委員会報告書、26ページ参照。

16) 岩田利枝（2011）『省エネルギーと快適性を目的とした次世代照明』空気調和衛生工学、Vol. 85 no. 8、10ページ参照。

17) また、小売業等においても同様である。日本の照度基準（JISZ9110-2010）と国際照度基準（ISO8995）について、室、作業、活動の区切りが異なることから、単純に比較は出来ないが、例えば、JISZ9110の小売店（スーパーマーケットの店内全般照明（都心）とする）の照度基準が750～1000ルクスであるのに対し、ISO8995の小売店販売エリア照度基準は300～750ルクスであり、日本の基準のほうが高い値となっている。東京都の資料（「照明の省エネルギー」）から引用。

度は430ルクスほどであった。タスク照明も備えられていたが、見学時にはほとんど使用されていなかった¹⁸⁾。

また、A県では消費電力の実験（照明の減灯率50%）を実施した際に職員にアンケート調査を実施している。本庁全課の134課にアンケート用紙を配布し、109課から回答を得た（回答率81%）。この結果によると、実験において99%の課が50%の減灯を実施できたと回答し、照明の50%減灯による業務への影響に関する質問には、91%が「影響がなかった」と回答している。

なお、LEDに際しては、C市でLED導入前に9種類のLED蛍光灯を用いて、LEDの「ちらつき」や「まぶしさ」、「色合い」、「外観」についてアンケート調査を実施している。5項目の平均は3点満点で全て2.5以上で、特に問題は指摘されていない。ただ、2種類に対しては不適とする意見も出されたという。JEL規格¹⁹⁾（JEL801）には問題は指摘されていないので、慎重にLEDを選択すれば問題はない。

このように、300～400ルクス程度でも十分な照度であり、仮に個人差により業務に支障が生じる場合でも、タスク照明等で対応可能であろう。したがって、標準照明電力密度（20W/m²）が750ルクスを前提に決められている現状では、A県庁等の事例が示すように労働環境の悪化を防止しながら照明消費電力を大幅に削減することは実現可能であり、かつ検討すべき課題である。

問題は初期投資費用の回収である。ここでは、LED照明のレンタル事業の効果について紹介する²⁰⁾。群馬県の総合建設業のD社は、ヤマダ電機が開始した事業所向けLED照明レンタルサービスを利用して、本社の390本の照明をLED照明に交換した。契約は8年間で初期投資額は全くかからない。交換した結果、年間消費電力はLED1本当たりの消費電力が蛍光灯の40%であることから60%の削減となり、年間のランニングコストについても、年間レンタル代を計上してもLED照明のコストが既存の蛍光灯のコストを下回っている。なお、同社は、LEDの導入に加え、エアコンの入れ替えや温度設定管理等の節電対策を実施したこともあり、2011年7月18日からの1か月間の電気使用量は対前年比45%の削減になったという。

（2）デマンド管理²¹⁾

最終的に確実に節電を実施するための一つの手法がデマンド管理である。デマンド管理とは、刻々と変化する電力使用量を常時監視し、管理目標として設定された電力消費水準を超過しないように電力需要をコントロールすることである。

デマンド管理を行う際に電力使用状況を監視するデマンド監視装置を導入している地方自治体が¹⁹

18) 2011年12月6日の見学、聞き取り調査より。

19) 経済産業省は、2013年4月、直管形LEDに関するJIS規格「JIS C 8159-1」を公開した。日本電球工業会（JELMA、現在の日本照明工業会）が2010年に策定済みの「JEL801：2010」規格（「L形ピン口金 GX16t-5付直管LEDランプシステム（一般照明用）」）がJIS化された。

20) 「環境ビジネス」2011年11月号、44～45ページを参照。

21) 東京電力のホームページより（<http://www.tepco.co.jp/e-rates/corporate/data/decision/index-j.html>）。

のうち17と、ほとんどの自治体で導入されている。また、電力需要が事前に設定された水準に達した時に知らせるデマンド警報の設置については、回答のあった9自治体のうち8自治体が「設置している」と回答した。その8自治体のうち、7自治体でデマンド監視装置と警報の両方を設置していた。デマンド警報が設置されていれば、電力需要が契約電力の一定割合に達すると警報が作動する。たとえば、先述したC市の場合、2010年の最大電力の77%に達すると第一次警報メールが出され、さらに80%に達すると第二次警報メールが出されるように設定されている。

デマンド警報が作動すると、自動あるいは手動で対応策が取られる。C市の場合、まず自動的にトイレの換気ファンの一部が停止される。また、エレベーターが50%手動で停止される。その後電力の使用状況によって、市庁舎内への節電の呼びかけ、個別空調の停止及び設定温度の確認要請、空調機のインバータ運転の回転数制御を手動設定する、等の対応策が取られる。東京のD区では、やはり契約電力の一定段階に需要が達すると、3段階で警報が鳴り、3段階目の警報が鳴ると自動的に駐車場の空調を止める仕組みになっている。このような方法を活用した結果、最大電力の大幅削減に結実した。

また、E県のように機器別ピーク電力を把握することができれば、効果的かつ効率的に節電を実施することができる²²⁾。E県は、最大電力の機器別構成比（空調・エレベーター57.4%、照明・コンセント23.8%、OA機器7.7%、その他11.0%）を把握したうえで、2011年夏の計画を策定し、削減目標を20%と定めた。具体的には、「照明・コンセント」で50%の削減、「OA機器」と「空調・エレベーター」をそれぞれ対前年比20%削減する、という内容であった。

削減率が最も大きいと想定したのが照明で、50%の削減率を掲げた。具体的には減灯することで「700ルクスから300ルクス程度」まで照度を下げると定めた。共用部については、窓のある廊下については原則完全消灯で、窓のない廊下と夜間は25%以下の点灯とした。空調については、執務室の設定温度を26.5℃から27.5℃に1℃引き上げる、エレベーターホールの空調機停止、県民ホール、展望ホール等の空調の一部停止、等によって12%削減を達成すると計画した。結局のところ、「照明・コンセント」で全体の削減率20%のうちの12%分を賄い、「空調・エレベーター」で約7%分を負担するという計算であった。

しかしながら、E県のような事例は例外的である。デマンド警報を受けた後の対応については、一般的に手動での対応が多く、自動での対応までは至っていないケースが多い。また、手動で対応する場合も手順がマニュアル化されていないケースもあり、節電実施において不確定な要素が多い等の課題がある。

デマンド監視装置による電力使用に関する詳細な情報の把握に関しても、機器別構成比まで把握しているのは例外的である。たしかにデマンド監視装置や警報装置の設定は進んでいるが、照明や空調、コンセント（動力）等の機器分類ごとの使用状況について把握している事例は極めて少ない。回答の

22) 大江徹男（2012）「2011年夏の節電効果と節電の継続可能性について」『農林金融』2012年10月号、63ページ。

あった19の地方自治体のうち、把握していると考えられる地方自治体はわずか3自治体に止まった。つまり、「見える化」によってピークカットを効果的かつ効率良く実施するための基本的な設備が整っていないのが現状である。したがって、各自治体とも独自に様々な工夫を凝らしている。

たとえば、A県でも「見える化」に至っていないために、同県庁が2011年夏に節電を実施する前に機器別消費電力を把握するために実験を行った。具体的には2011年5月に、①照明の50%消灯、②パソコンの50%停止、③コピー機・プリンターの全停止、を一定時間帯に実施し、減少した電力から各機器の使用電力を推定した。照明の消灯が10時から11時まで、パソコン停止は14時から15時まで、コピー機・プリンター停止は15時から16時までの時間帯に順次が実施され、照明電力は422kW、パソコンは100kW、コピー機・プリンターは178kWと算出された²³⁾。

実験結果を基に、3つのステップに分けて節電計画が立案、実行された。第1ステップとして、執務室の部分消灯、トイレ・廊下の照明の部分消灯等の比較的取り組みやすい項目を掲げられ、262kWの削減を見込まれた。第2、3ステップの実施については、第1ステップの取り組み後の電力需給状況を監視しながら判断することとした。第2ステップでは、執務室内照明の50%消灯への移行、空調外気取り入れ量の調整を実施して165kWの電力を削減し、第1ステップと合わせて427kWの電力削減を見込んでいた。第2ステップまでの節電だけでは目標とした601kWには達しないと予想されたので、第3ステップで空調外気取り入れ量の再調整とコピー機・プリンターの半数停止によって、さらに178kWを削減し、この3段階全体で605kWが節電され、目標の601kWを上回ると予想された。A県は、震災以前から節電に熱心に取り組んできただけに、「見える化」を実現できれば、これまで以上に効率的かつ効果的に節電を実施できるであろう。

このようなデマンド管理による最大電力の削減、いわゆるピークカットは電力料金の引き下げにも貢献する。電力料金は、基本料金と電力量料金から構成されている。そのうち、基本料金は、基本料金単価×契約電力×力率割引(割増)という計算式で算出されるので、電力料金を削減するためには、電力量を削減するとともに、基本料金の構成要素である契約電力を引き下げることが重要である。

契約電力には、当月を含む過去1年間の各月(当月+過去11ヵ月)の最大電力のうち最も大きい値が用いられる。各月の最大電力と過去11ヵ月の最大電力の内いずれか大きい値をその月の契約電力とする現行制度では、過去12ヶ月のうち当月に最大の値を発生させてしまえば、新たに向こう1年間の契約電力として採用されるため、電気料金を抑制するためには最大電力を下げる努力が必要不可欠である。

高圧受電500kW未満の場合、上記のように一旦高水準の最大電力値を記録すると、1年間その数値が適用されるが、高圧受電500kW以上の場合、協議により契約電力が決められている。ただし、最大電力が契約電力を超えると、通常より割増の違約金を支払うことになるか、最大電力をもとに新たに契約電力変更の協議が行なわれるため、やはり最大電力を抑制するインセンティブが働く。

23) 大江徹男(2012)、61～62ページ。

聞き取り調査でも、回答のあった6自治体すべてにおいて2010年以降に契約電力が減少している。ピークカットや電力使用量の削減をすることで、契約電力の引き下げに成功しているだけに、このようなインセンティブをさらに強化することが望ましい。

5. まとめ

電力需要状況を分析すると、国内の電力需要は増加する傾向を示していない。また、欧米諸国と比較しても国内の電力需要は過剰であり、削減する余地は大きい。実際、2011年こそ電力使用制限令の発令や具体的な削減数値目標の設定がなされたが、2012年、2013年ともに電力使用制限令は発令されなかったにもかかわらず、十分な節電効果が表れた。

特に2013年は2010年並みの猛暑であったにもかかわらず、最大電力は2012年水準に止まった。供給予備も十分に確保されており、原子力発電抜きでの需給調整という量的課題は克服されている。調査対象の各地方自治体でも20%を超える最大電力削減に成功した。節電が通年化している傾向もみられ、この点からも節電は安定的に定着しているといえる。しかも東京都のアンケートでも示されているように、節電の計画については事前に準備されており、その意味でも節電は定着しているといえる。

次に節電が労働環境にもたらす影響であるが、本論では照明について検討を行った。資源エネルギー庁のデータによると、2010年におけるオフィスビルの最大電力の24%を照明が占めており、空調と共に最大電力の重要な構成要素である。アンケート調査や筆者の聞き取り調査の結果から判断して、照明の大幅な減灯で照明消費電力の50%程度を削減することは、実施可能であろう。

さらに一歩進めて、ハードとソフト面での整備が求められる。ハード面では、照明ではLEDの導入促進である。高効率照明の導入が、労働環境の問題や節電の確実な実施という点から望ましい。照度を引き下げることについては問題ないと考えられるが、減灯による節電では労働環境に与える影響を無視することはできない。そのためにも、LEDの導入促進が求められる。このようなハード面での対応によって、節電はピークカットや通年化による温室効果ガスの排出削減を効率的かつ効果的に実施することが可能になる。問題は、コストである。導入コストをどのように負担するかが普及を促進するうえで重要な課題である。この点については、レンタルやESCOの導入による初期投資の抑制が考えられる。詳細については別稿に譲る。

照明を含む節電全体を確実に実施するためには、デマンド監視装置とデマンド警報の設置が望ましい。筆者の聞き取りではデマンド監視装置、デマンド警報が一定程度設置されていたが、問題は対応策である。効果的なピークカットを実施するためには、最大電力の機器別構成比まで把握することが望ましいが、現状ではそこまで達していない。様々な試行錯誤をしながら、少しでも正確な需要状況を把握することに努め、そのうえで節電を実施しているのが現状である。また、デマンド警報後の対応でも全般的に手動での対応が多く、自動での対応までは至っていないケースが多い。

以上より、現段階における節電は原子力発電を必要としないほど規模が大きく、かつその実施は定

着しているといえる。次のステップとして一層の快適化と節電の通年化、確実な実施体制の確立が求められる。そのためにも、まずハード面において、高効率照明や空調の導入を推進するとともに、デマンド監視や管理の技術の導入も促進する必要がある。

このようないわば既存の技術を活用した節電の延長線上には、ネガワット市場の創設やピーク時に節電を促すような柔軟な価格設定、アグリゲーターによる節電対応、等の一層進化した節電が実施されるであろう。現在の節電体制から新しい節電体制への移行過程とそのための支援策は大変興味深いテーマであり、今後の課題としたい。